

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задача 9–1. «Запах раков». Вещество **А** ответственно за появление характерного «запаха свежести» после грозы. Д.И. Менделеев, однако, описывал запах этого вещества как «запах раков». Впервые вещество **А** было получено при пропускании электрического разряда через воздух (*реакция 1*).

Вещество **А** нашло применение в промышленности для дезинфекции воды. Его получают из воздуха или из вещества **Б** ($D_{Ar}(B) = 0,801$). Большой вклад во внедрение вещества **А** в промышленность внес Лунин Валерий Васильевич – профессор, доктор химических наук, Академик РАН, признанный во всём мире специалист в области гетерогенного катализа и физической химии поверхности. В лабораторных условиях **А** можно получить взаимодействием пероксида бария **В** с холодной концентрированной серной кислотой (*реакция 2*). Для обнаружения вещества **А** используют влажную иодкрахмальную бумагу, которая синееет в его присутствии (*реакция 3*).

Дополнительно известно, что **А** является сильным окислителем. Так, при взаимодействии с серой образуется бесцветная жидкость **Г** (*реакция 4*), а в реакции с серебром твердое вещество **Д** черного цвета (*реакция 5*), содержащее два атома серебра ($\omega(Ag) = 87,08\%$). Интересным является взаимодействие вещества **А** с основаниями. При взаимодействии вещества **А** с гидроксидом калия образуется красное бинарное вещество **Е** ($\omega(O) = 55,11\%$) (*реакция 6*), а реакция с аммиаком приводит к образованию белого соединения **Ж** ионного строения (*реакция 7*), которое широко применяется в сельском хозяйстве и пиротехнике.

Задания:

1. Укажите вещества **А – Ж**. Ответ представьте в формате «буква-формула» и подтвердите расчетом.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Какое экологическое значение имеет **А**? Предположите причину появления этого явления.

Задача 9–2. «Глиний». Элемент **А** является одним из самых распространенных в земной коре. Только за 2024 год было получено 48 млн. тонн простого вещества элемента **А**, но так было не всегда – раньше вещество **А** было дороже золота.

Впервые **А** был получен при взаимодействии его хлорида **Б** с амальгамой калия при нагревании (*реакция 1*). Данный способ был непрактичен, поэтому методы получения **А** постоянно совершенствовались. С течением времени электричество стало более доступным, что позволило разработать электрохимический метода получения **А**. Производство вещества **А** в нашей стране удалось создать под руководством Александра Александровича Яковкина – советского химикотехнолога, доктора химических наук, члена-корреспондента Академии наук СССР. Позднее исследования наших соотечественников (П.П. Федотьев, К.И. Байер, А.А. Яковкин) получили мировую известность и сыграли большую роль в развитии мировой промышленности **А**.

Электрохимическому методу предшествует процедура подготовки сырья. Для этого берут низкосортную руду оксида В ($\omega(\text{O}) = 47,07\%$) с высоким содержанием примеси кремнезема и дегидратируют при высокой температуре. Затем полученную массу растворяют в концентрированном растворе гидроксида натрия при нагревании и повышенном давлении, при этом В переходит в растворимый комплекс Г (реакция 2), а кремнезем в растворимую соль Д (реакция 3). Для очистки от Д к раствору добавляют гашеную известь, осаждая белое вещество Е (реакция 4). Очищенный раствор комплекса Г разбавляют водой и продувают углекислый газ для разложения Г с целью получения осадка Ж (реакция 5). Полученное вещество прокаливают при высокой температуре и получают чистый оксид В (реакция 6), который в свою очередь подвергают электролизу в расплаве для получения А (реакция 7). Электролитом в данном процессе является комплекс З, который получают взаимодействием вещества Ж с плавиковой кислотой в присутствии карбоната натрия (реакция 8).

Задания:

1. Установите вещества А – З. Ответ представьте в формате «буква-формула» и подтвердите расчетом.
2. Напишите уравнения реакций.
3. Предположите почему вещество З применяется при электролизе В.

Задача 9–3. «Уравнение Менделеева-Клапейрона». Трудно недооценить уникальность работ Дмитрия Ивановича Менделеева. Кроме создания Периодического закона, одним из его достижений является вычисление значения универсальной газовой постоянной R (8,314 Дж/(моль*К)), которая послужила последним связующим звеном в создании уравнении состояния идеального газа:

$$pV = nRT$$

В этом уравнении: p – давление (Па), V – объем (м^3), n – количество вещества (моль), R – универсальная газовая постоянная (8.314 Дж/(моль•К)), T – температура

Это уравнение позволяет довольно точно находить взаимосвязь между основными параметрами газов и используется для установления качественного и количественного состава газов и их смесей. В пищевой промышленности широко используется газовая смесь под названием «упаковочный газ». Известно, что плотность этой смеси при 17°C и 0.95 атм составляет 1.308 кг/м³, а в составе смеси есть те же два компонента, что и в составе выдыхаемого воздуха.

Задания:

1. Назовите еще одно любое достижение Д.И. Менделеева.
2. Что такое «идеальный газ»?
3. Чему равен объем 1 моль газа при нормальных (0°C и 1 атм) и при стандартных (25°C и 1 бар) условиях?
4. Установите качественный и количественный (в объемных долях) состав упаковочного газа.

Справочные данные: 1 атм = 101325 Па = 760 мм .рт. ст.

1 бар = 100000 Па = 750 мм .рт. ст.

с
а
х
К

Задача 9–4. «Бестужевские капли».

Своего рода мастер-класс по употреблению бестужевского эликсира даёт Екатерина II:

«Я не знаю, из чего состоят эти капли. Знаю только, что я большая их поклонница и что в них входит железо. Их дают вместо хины, а я их даю во всех случаях».

Попробуйте разгадать секрет «Бестужевских капель» — «Золотого эликсира», которым постоянно пользовалась Екатерина II и рекомендовала их «во всех случаях» другим.

Если провести качественный и количественный анализ «Бестужевских» капель, то можно установить их состав. Действующее вещество А: 0,6 массовых частей; растворитель (смесь веществ): этиловый спирт – 7,2 м.ч., вода – 1,2 м.ч. и диэтиловый эфир – 4 м.ч.

При приготовлении «Бестужевских» капель после смешивания всех компонентов склянки держали на свету до совершенного обесцвечивания раствора, затем ставили их в темное место и время от времени откупоривали для доступа воздуха. Жидкость мало-помалу приобретала золотисто-желтый цвет.

Задания:

1. На основе явлений, наблюдаемых при проведении качественного анализа «Бестужевских» капель, определите действующее вещество (вещество А). Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Реактив	Смешивание	Особенности
Раствор Na_2CO_3	Бурый осадок, выделение бесцветного газа	Осадок не растворяется в избытке NaOH
Раствор KSCN	Темно-красное окрашивание раствора	Окраска исчезает при добавлении избытка раствора фторида натрия при этом осадка не образуется
Раствор AgNO_3	Белый творожистый осадок	Осадок растворяется в избытке $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

2. На основе данных количественного анализа рассчитайте массу навески вещества А, объем диэтилового эфира, а также объем и массовую долю этанола.

Справочные данные: Плотность безводного этилового спирта $0,789 \text{ г/см}^3$, плотность диэтилового эфира составляет $0,714 \text{ г/см}^3$, плотность дистиллированной воды 1 г/см^3 .